

森林の公益的機能の維持向上に関する研究

秋田県北部の溪流における倒流木とイワナの分布

田村 浩喜・佐藤 正人*

* 秋田県農林水産技術センター水産振興センター

A study on the maintenance and increase of the public utility provided by the forests: distribution of the white-spotted charr and coarse woody debris in a mountain stream, northern Akita.

Hiroki TAMURA ・ Masato SATO

要旨

イワナの生息に配慮した森林管理を検討するために、森林が流路に供給する倒流木の分布とイワナの生息状況を明らかにした。調査は秋田県北部を流れる真瀬川の支流で行い、562mの区間において流路内の倒流木とカバーを形成している物質の分布を調査すると共に、イワナを採捕してどのようなカバーを利用しているのか明らかにした。倒流木は21.4本/haあり枯損・風倒によって供給されたものが6割を占めた。カバーは71個確認され岩石が40個、倒流木は9個であった。イワナは52個体全てがカバーから採捕され、岩石のカバーから採捕されたものが28個体あった。イワナの採捕数は区間の上流に行くにつれて多くなり岩石の分布と合致した。倒流木の本数は緩勾配河川の7分の1にすぎず、蛇行による溪岸の洗堀が進まないことが原因であると考えられた。以上のことからイワナの分布を増加させるには、溪流内に多くのカバーを形成することが重要であり、特に倒木を増加させるには蛇行による洗堀を妨げないような管理が重要であると考えられた。

1. はじめに

森林から河川に供給される倒流木は、魚類の生息環境を形成する上で重要であることが指摘されている(中村, 1995)。倒流木の分布に関する研究は北米太平洋側や北海道で行われてきたが(Fausch and Northcote, 1992; Nakamura and Swanson, 1994; 阿部・中村, 1996)、いずれも緩勾配で蛇行する河川の事例である。秋田県の森林地帯は山間部に多いことから、森林地帯を流れる河川(溪流)は急勾配であり蛇行は小さい。また流域の森林においては、本県ではスギ人工林が多く分布しているのに対し、北米太平洋側は針葉樹林、北海道は天然性広葉樹林であり、樹木の大きさや森林管理の方法が異なる。このため供給される倒流木の量や、魚類の生息状況との関わりについては、他の地域とは異なった状況にあると考えられる。

このようなことから本研究は、秋田県における溪畔域の森林管理を検討するために、倒

流木の分布とイワナの生息状況を明らかにすることを目的とした。

．方法

1．調査地

調査地は，秋田県八峰町真瀬川の上流域に位置するA沢である（東経 140°19'，北緯 40°32'，標高 280～300m）。調査地から 10km 離れた八森（標高 31m）における気象観測値は，年平均気温 11.3℃，年降水量 1464.7mm である（気象庁，2007）。調査地は両沢が合流する盆地状の地形の中にあり，盆地内の表層地質は砂がち堆積物に区分され，周辺山地の基岩は玄武岩やデイサイト質凝灰岩などである（秋田県，2002）。

調査区間は，A 沢が B 沢と合流する地点から上流に設置されている堰堤までの 764m である。平均流路幅は 1.5m，水深は最大で 0.5m 程度である。調査区間の平均溪床勾配は 3.8% であり，平面形状にはわずかな迂曲が見られる。周辺は 46～48 年生のスギ林であり，2001 年に間伐が行われている。流路沿いにはサワグルミやオノエヤナギなどが見られる。上層木の樹高は 20～25m 程度である。A 沢の流域面積は 0.7 km² あり，この沢が含まれる真瀬川の支流は全域が禁漁になっている。調査は 2002 年 6 月 27 日および 7 月 30 日に行ったが，6 月 27 日は，最下流部が渇水していたため，これを除いた 562m で調査を行った（図 - 1）。

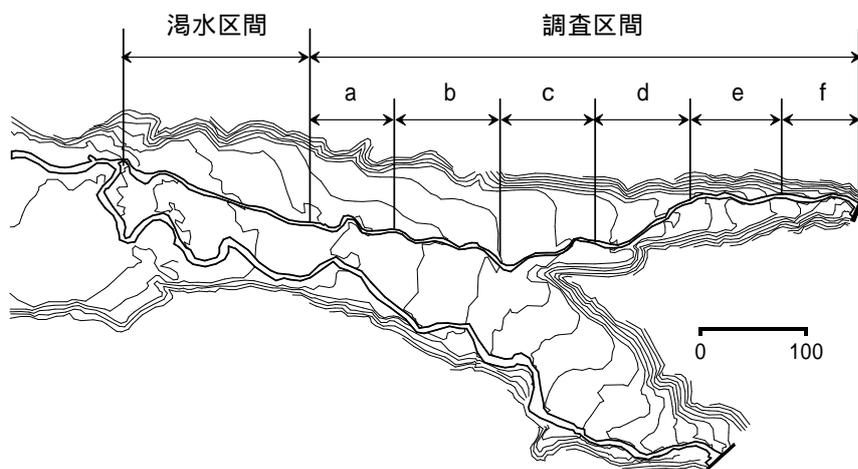


図 - 1 位置図

2．調査方法

1) 測点と小区間

流路を測量し変化点に測点を設置した。測点は調査区間の 562m 内に 49 点存在する。倒流木やカバーなどの位置は測点ごとに記録した。調査区間は，始点から約 100m おきに 6 つの小区間 (a～f) に区切り，区間ごとに調査結果を集計した。小区間は測点を単位として区切ったのでそれぞれの延長は，a: 91.6m，b: 107.7m，c: 96.7，d: 108.0，e: 94.0，f: 63.8m となっている（図 - 1）。

2) 倒流木

長さ 1m 以上かつ中央径 10cm 以上のものを倒流木とした。流路への供給形態を特定し，

1, 溪岸洗堀; 2, 枯損・風倒; 3, 斜面崩壊; 4, 伐採に区分した。倒流木の直径, 長さを測定し材積を求めた。材積は $V = (1/12) (d1^2 + d1 \cdot d2 + d2^2)$ とした。倒流木の定義や測定方法などは, 阿部・中村(1996)と同一にした。

3) カバー

カバーの定義について阿部・中村(1996)は, 溪床との間に 3cm 以上の隙間を形成し, 真上から見たとき 0.1 m²以上の面積を有する物体としている。ただしその物体の長軸に対し直角な方向に 1 m 離れ, 1.5m の高さから見下ろしたとき, その下の溪床が完全に見えるものを除外している。また流路内に張り出した植生によるカバーについても, 調査対象としていない。本研究ではより小さなカバーを評価するため, カバーの面積を 0.1 m²から 0.05 m²に置き換えたほかはこの定義に従った。

カバーとして区分した物体は岩石, 倒流木, 有機物, 根株である。岩石は個数が非常に多いことから真上から見たときの短径が 50cm 以上あるものを対象にし, カバーを確認できたものについて個々の大きさ(長径×短径)に係数を乗じてカバー面積を求めた。係数は 13 個の標本の平均(表 - 1)から 20% とした。有機物は倒流木より小さいものや, 落葉落枝などの滞留物とした。

表 - 1 岩石のカバー面積 (m²)

標本	岩石の面積	カバー面積	カバー率
1	0.36	0.12	33%
2	0.48	0.12	25%
3	0.80	0.08	10%
4	0.24	0.04	17%
5	0.18	0.04	22%
6	0.20	0.08	40%
7	0.28	0.04	14%
8	0.32	0.08	25%
9	0.30	0.08	27%
10	0.12	0.04	33%
11	0.42	0.08	19%
12	0.60	0.04	7%
13	0.15	0.04	27%
平均値±標準偏差		23±9%	

注: 標本は小区間eとfから任意に選んだ。

岩石の面積は真上からみた長径×短径とした。

4) イワナ

イワナは, ショッカー(フロンティア エレクトリック社 FISH SHOCKER)を使用して採捕した。採捕位置およびカバーの種類を記録した。

5) 溪床勾配と屈曲度

6つの小区間それぞれにおいて溪床勾配と屈曲度を求めた。溪床勾配は, 小区間ごとに標高差を流路長で割った値とした。屈曲度は同様に小区間の流路長をその区間の始点と終点の直線距離で割った値とした。

3. データの比較

調査によって得られた A 沢のデータを, 緩勾配蛇行河川である北海道二の沢(阿部・中村, 1996)と比較した。二の沢の流域面積は 2.3 km²であり, 平均河床勾配は 1% 未満, 平面形状は迂曲河道, 平均流路幅は約 4 m, 水深は最大で 1 m 程度, 河床は直径 1 ~ 5 cm の

小レキ，砂，シルトから構成される。二の沢の周辺森林は，大半が人為攪乱を受けていないと考えられ，胸高直径 10～50cm のヤナギ類やケヤマハンノキを主体とし，胸高直径 1 m 前後のニレ類が少数混じっている。樹高は 15～20m 程度とされている。

・ 結果

1. 倒流木の供給形態と大きさ

供給形態ごとの倒流木本数を表 - 2 に示す。倒流木は全体で 21 本あり，うち 17 本の供給形態が判明した。枯損・風倒によるものが 10 本，伐採が 5 本，洗堀が 2 本あった。供給形態が判明した倒流木から人為的に伐採されたものを除くと，供給形態ごとの本数は均等ではなく ($\chi^2 = 14.00$ 、 $df=2$ 、 $p < 0.01$)，枯損・風倒によるものが多かった。また伐採の 5 本はすべてスギであり，間伐作業における残材であった。

表 - 2 供給形態ごとの倒流木

	A 沢 (562mあたり)		A 沢 (未流送再掲)	二ノ沢 (未流送)
	本数(本)	材積(m ³)	本数(本/km)	本数(本/km)
洗堀*	2	1.02	3.6	128.2
枯損・風倒*	10	1.68	17.8	18.6
斜面崩壊*	0	-	0.0	2.7
伐採	5	0.84	-	-
不明	4	0.37	-	-
計	21	3.91	21.4	149.5

*は未流送の倒流木を示す。

二ノ沢は阿部・中村(1996)をkm換算した。

供給形態が洗堀，枯損・風倒，斜面崩壊の 3 種類は，調査区間内で自然に供給された倒流木である。これらを合計した本数を km 換算すると 21.4 本/km であった。これは二ノ沢(阿部・中村，1996)の 149.5 本/ha に対してかなり少ない。供給形態の中で特に差が大きかったものは洗堀であり，A 沢は 3.6 本/km であるのに対し，二の沢は 128.2 本/km と 30 倍以上の差があった。枯損・風倒は 18 本/ha 程度と両沢で同等であった。これらのことから，A 沢の倒流木は本数が少なく，特に洗堀による供給が少ないことが大きな原因であることが明らかになった。

カバーを形成していた倒流木の大きさを表 - 3 に示す。直径は 23.5 ± 4.4 cm (平均値 ± 標準誤差)，長さは 6.5 ± 0.6 m であった。二ノ沢(阿部・中村，1996)と比較すると，直径には差がなく，長さは A 沢のほうが有意に長かった。倒流木は流送中に腐朽により折れて短くなる(阿部・中村，1996)。A 沢の結果からは，上流の鋼製堰堤が調査区間上流から供給される流木をせき止めている影響が示唆された。

表 - 3 カバーを形成している倒流木の比較

	A 沢	二ノ沢	検定
本数(本)	10	241	
直径(cm)	23.5 ± 0.9	26.0 ± 1.0	t-test, $t=0.70$
長さ(m)	6.5 ± 0.6	2.9 ± 0.1	t-test, $t=2.67^*$

二ノ沢のデータは阿部・中村(1996)を引用した。

直径、長さについては平均値 ± 標準誤差で表示した。

人為的要因によって供給された倒流木は除いた。

*は 5% 水準で有意差があることを示す。

2. カバーの分布

カバーの個数を図 - 2 a に示す。カバーは 71 個確認され、岩石が 40 個と半数以上を占めた。倒流木は 9 個、有機物は 6 個、根株は 10 個であった。分布を見ると、岩石は調査区間の上流側に集中し、下流側には見られなかった。これに対して根株は下流側に集中し、上流側には見られなかった。倒流木と有機物も下流側に集中していた。一方カバーの面積は合計で 16.3 m²あった(図 - 2 b)。有機物が 4.4 m²、倒流木が 4.3 m²、岩石が 3.6 m²、根株が 2.8 m²であり、植生由来の物体が全体の 7 割を占めた。このようにカバーの分布には特徴があり、上流側には多数の岩石カバーが形成され、下流側には面積が広い植生由来のカバーが形成されていた。

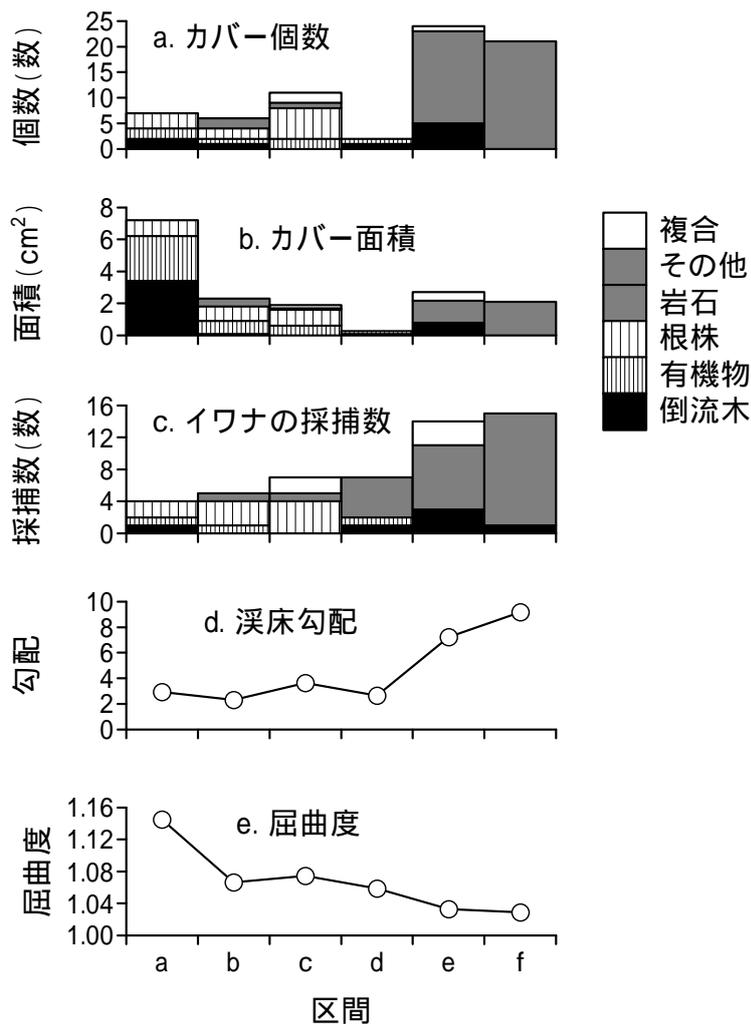


図 - 2 カバーおよびイワナの分布状況と河川構造

3. イワナの分布

イワナの採捕数を図 - 2 c に示す。イワナは 52 個体全てがカバーから採捕された。カバー別に見ると、岩石のカバーから採捕されたものが 28 個体、根株 9 個体、倒流木 6 個体であった。また 0.05 m²より小さいカバー(岩石)が小区間(d)にあり、そこからもイワナが採捕された。小区間ごとのイワナの採捕数は、カバーの個数に合致し($\chi^2 = 4.39$ 、 $df=5$ 、

$p < 0.05$), 面積には合致していなかった ($\chi^2 = 40.76$, $df=5$, $p < 0.01$)。イワナの採捕数はカバー個数とともに上流に行くに従って増加する傾向が見られた。

4) 溪床勾配と屈曲度

溪床勾配は 2.3~9.2%の範囲にあり, 上流に行くに従って大きかった(図-2d)。屈曲度は 1.03~1.15の範囲にあり, 下流側のほうが大きかった(図-2e)。

・考察

溪流における倒流木の分布とイワナの生息状況に関して, 溪床勾配や流路の屈曲といった構造に対応した特徴が明らかになった。A沢の倒流木は, 二ノ沢と比較して著しく少なく, 両者の供給形態で最も差が大きかったものは洗堀であった(表-1)。このことから両者の大きな違いは, 溪流の構造に原因があると考えられた。

調査区間の溪流構造をみると, 上流側は溪床勾配が大きく(図-2d), 下流側は屈曲度が大きかった(図-2e)。これは, 上流側で岩石が多く下流側で倒流木や根株が多いというカバーの分布に影響を与えているとみられた。岩石は早い水流に運搬されて重なりあい, 上流側で多数のカバーを形成していた。一方下流側では勾配が幾分緩やかになり, 流下してきた細かな砂レキが岩石の隙間を埋めたため岩石のカバーは消失した。しかしわずかな屈曲により, 溪岸が洗堀されて根株がむき出しになったり倒木が形成されたりしたと考えられた。このように, 圧倒的に多い岩石と数少ない根株や倒流木は, 直線的な流路をもつA沢の構造を特徴づけるものであった。

イワナの採捕数は, カバー個数の分布に合致していた。本調査地では, 上流側のように岩石が多数のカバーを形成する区間がある一方で, 下流側のように倒流木や根株といった数少ない物体にカバーが限られる区間が見られた。わずか 562mの区間においても, カバーの分布には偏りがみられた。北米では倒流木の除去により魚類の生息数が減少することが野外実験によって確かめられている(Fausch and Northcote, 1992)。このことから, カバー個数が少ない調査区間の下流側においては, 倒流木や根株といった森林由来のカバーの存在意義がきわめて大きいと考えられた。

森林管理からイワナの生息環境を向上させるには, 溪流内に多くのカバーが形成されることが重要である。流路周辺の立木については, 将来的に洗堀によって根株や倒流木のカバーを供給するものとして再認識することが大切であろう。そのためには, 流路の屈曲を認める必要がある。また秋田県のスギ林は間伐齢に達している林分が多く, 間伐時に直径20cm程度の残材が多数発生する。イワナは人為的に供給した木材も利用していることから(高橋, 2001), 残材を流路に供給してカバーを形成させることが可能である。

倒流木の本数や大きさには, 周辺の森林の状況や流路幅も影響すると考えられる。森林の状況については老齢木が多ければ枯損・風倒本数が多くなると考えられるが, A沢と二の沢では同等であった(表-2)。一方流路幅については, A沢は二の沢の2分の1程度であったため, 同サイズの溪流を比較することによって検討してみたい。

本研究から, 急勾配の溪流では蛇行による溪岸洗堀が進まず, 倒流木が非常に少ないことが明らかになった。このような溪流では数少ない蛇行区間がカバーの供給に重要である

ことから、溪岸洗掘を阻止しない管理が必要である。そのためには、スギ人工林であっても流路変動域に生育する樹木の育成目的を生物多様性の保全と位置づけ、流路改修などで溪岸の洗掘作用が消失しないように考慮すべきである。

謝辞

本研究の調査には八峰町真瀬川漁業協同組合から格別のご協力をいただいた。禁漁区におけるイワナの採捕調査を許可して下さるとともに、現地調査に同行をいただいた組合員の方々に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- 阿部俊夫・中村太士（1996）北海道北部の緩勾配小河川における倒流木による淵およびカバの形成．日本林学会誌 78:36-42．
- Fausch, K.D. and Northcote, T.G. (1992) Large woody debris and salmonid habitat in a small coastal British Columbia stream. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 49: 682-693.
- 中村太士（1995）河畔域における森林と河川の相互作用．日本生態学会誌 45:295-300
- Nakamura, F. and Swanson, F. J. (1994) Distribution of coarse woody debris in a mountain stream, western Cascade Range, Oregon. Canadian Journal of Forest Research 24: 2395-2403.
- 高橋幹夫（2001）住環境からみたイワナと倒流木の関係（森と川の生態系に関する基礎調査．山形県内水面水産試験場・山形県森林研究研修センター，山形県，山形），45-48．